

# Энергетическая эффективность производства картофеля

В.Б.ЛОВКИС, ст. преподаватель (БАТУ)

**А**нализ состояния картофелеводства в РБ определяет необходимость всестороннего совершенствования применяемых технологий и комплексов машин, обеспечивающих снижение материально-энергетических затрат. При возделывании картофеля суммарный расход топлива достигает 400 ... 500 кг/га, минеральных удобрений - 1000 ... 1100 кг/га, металла - 20 ... 40 кг/га, что свидетельствует о высоких затратах на производство картофеля, которые в зависимости от применяемых технологий и технических средств варьируют в широких пределах.

Основными направлениями снижения ресурсопотребления при производстве картофеля являются: повышение урожайности, унификация технологий (сокращение перечня операций), повышение технического уровня машин (повышение производительности, надёжности, снижение энергозатрат и материалоемкости), универсализация машин (сокращение их номенклатуры), специализация производства (продовольственный, технический, семенной), сокращение затрат ручного труда.

Применяемые в настоящее время стоимостные методы оценки технологий производства сельскохозяйственных культур в ряде случаев неприемлемы, поскольку связаны с показателями, имеющими существенные колебания в связи с политикой ценообразования, и не позволяют определить уровень необходимых затрат энергии на производство продукции. Ни стоимостные, ни натуральные показатели экономической эффективности использования технологий и комплекса технических средств в сельском хозяйстве не дают полного и объективного представления о допустимом (нормативном) и фактическом уровне ресурсопотребления на выполнение заданных производственных процессов. Такие методы оценки технологии не отражают требований к ним, как с точки зрения эффективности, так и с позиции ресурсосбережения. Поэтому необходим такой подход к оценке механизированных технологий и технологических операций, при котором учитывались бы все энергетические затраты на единицу продукции.

Для определения затрат на производство сельскохозяйственной продукции известен метод энергетического анализа, при котором все виды трудовых и производственных затрат определяются в

энергетических единицах. Использование значений полных энергозатрат обусловлено требованием при дать энергосбережению всеобъемлющий характер путём учёта и анализа не только прямых технологических затрат топливно-энергетических ресурсов, но и тех, которые были овеществлены ранее в различных отраслях народного хозяйства: на производство энергоносителей, технических средств, удобрений, пестицидов, семян и других ресурсов. Только при помощи данного метода появляется возможность сравнения технологий и соответствующих комплексов машин для производства конкретного вида продукции в международном масштабе. Однако методика энергетического анализа требует уточнения энергетических эквивалентов средств механизации и определения энергетических затрат на семена.

Для оценки энергетических затрат при производстве картофеля необходимо:

- провести дифференцированную оценку энергоемкости базового варианта с фиксацией составляющих прямых, овеществленных и полных энергозатрат;

- выполнить анализ структуры энергозатрат: сначала исследуются наиболее весомые составляющие затрат с целью оценки возможностей их снижения за счет применения различных энергосберегающих технических и технологических мероприятий, затем аналогичным образом рассматриваются остальные виды затрат. В первую очередь следует добиваться уменьшения расхода топлива, исключать или заменять компоненты производства, отрицательно влияющие на его экологическую чистоту;

- разработать новый (ресурсоэнергосберегающий) вариант, в котором учтены конкретные способы сокращения энергозатрат по каждой составляющей и определены их новые количественные значения;

- провести энергетическую оценку нового варианта;

- проанализировать эффективность предлагаемой разработки с помощью обобщенного и частных коэффициентов энергетических затрат и определить уровни интенсификации.

Производство картофеля можно рассматривать как сложную многопараметрическую систему, в которой критериальные свойства производственного

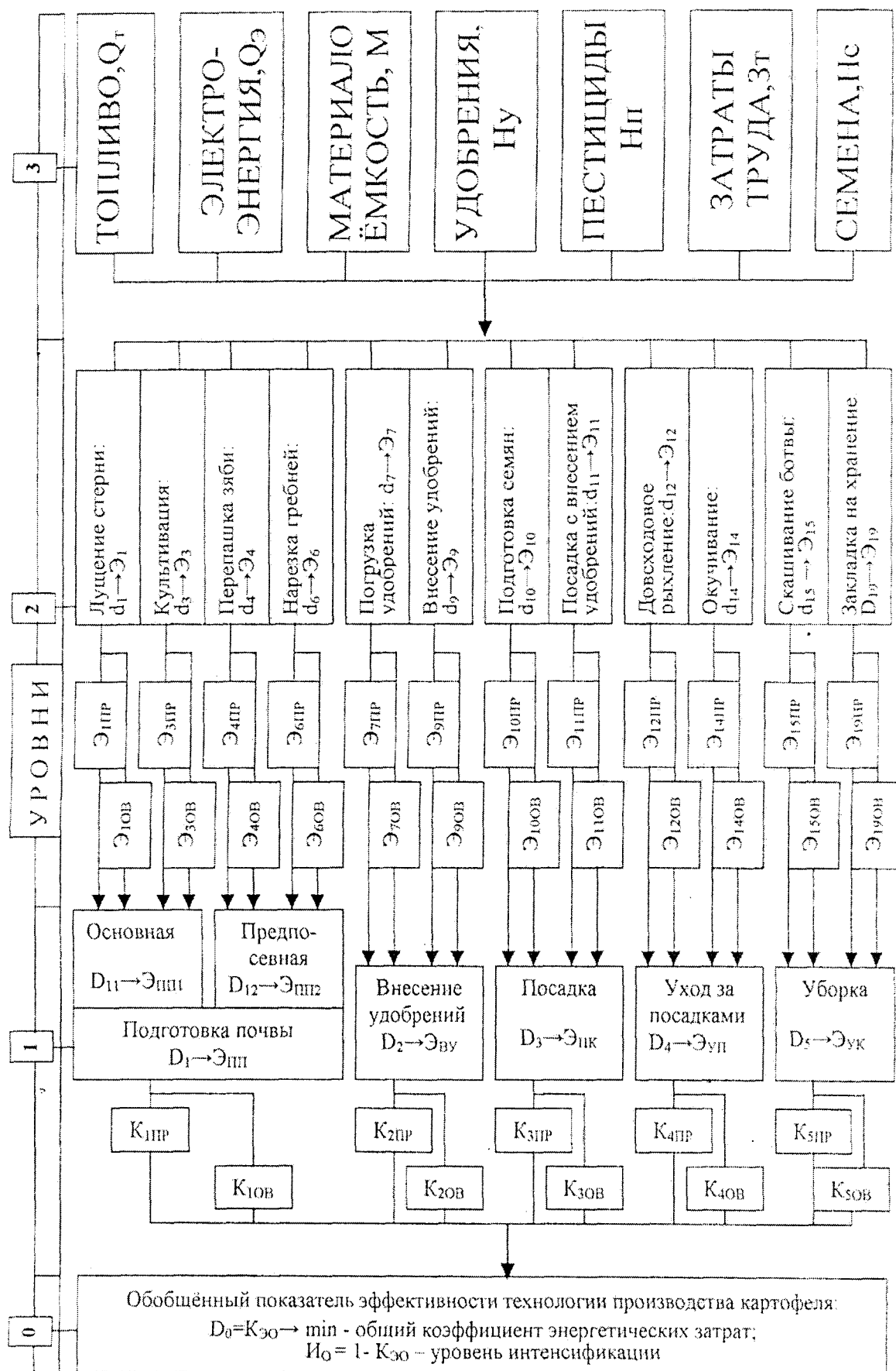


Рис. 1. Иерархическая структурная схема определения энергоемкости технологий производства картофеля.

процесса являются ее системообразующими элементами. Тогда формальная процедура комплексной оценки эффективности процесса производства картофеля на основе системного подхода может быть сведена к следующей математической модели:

$$M = (D; Y; F),$$

где  $D$  - описание цели оптимизации (обобщенный критерий эффективности процесса производства картофеля);  $Y$  - системообразующие элементы (множество критериальных свойств производственного процесса,  $Y = (y_1; \dots; y_n)$ );  $F$  - функция выбора отношений между системообразующими элементами (метод классификации критериальных свойств производственного процесса с учетом  $D$  и  $Y$ ).

Рассмотрим критериальную структуру процесса производства картофеля (ППК) на примере обобщенной (гипотетической) технологии, учитывающей все операции и задействованные в них машины и технические средства.

В основу построения схемы (рис.1) положен принцип энергетической оценки эффективности процесса производства картофеля, поскольку экономия энергетических ресурсов, сырья и материалов в ограниченных условиях Республики Беларусь является наиболее актуальной задачей при ведении сельскохозяйственного производства. Установив иерархию критериальных свойств ППК, необходимо осуществить комплексную оценку эффективности этого процесса с учетом всех подсистем структуры его функционирования.

Эффективность ППК характеризуется обобщенным критерием, в качестве которого мы приняли общий коэффициент энергозатрат  $K_{эо}$ .

В целях определения эффективности возможных путей сокращения энергозатрат проводилась сравнительная оценка двух вариантов традиционной технологии возделывания и уборки картофеля. Все операции и их показатели брались из технологических карт. В качестве базового варианта использовали типовую технологическую карту, содержащую полный перечень операций, качественных показателей (глубина почвообработки, нормы внесения удобрений, семян, пестицидов), состава агрегатов, их производительность и расход топлива.

Перспективный вариант, разработанный в соответствии с методикой энергетического анализа, отличается от базового более экономичными и производительными агрегатами.

В результате исследования определили, что применение комбинированных и широкозахватных агрегатов позволяет снизить общие энергозатраты по подготовке почвы и внесению удобрений на 30%, при посадке на 10%, при уходе за посадками на 15%, при уборке - 10%. По технологии в целом: прямые затраты сокращаются на 17%, затраты на производство, обслуживание и ремонт средств механизации на 5%, затраты труда на 20%, полные

энергозатраты на 10%, обобщенный коэффициент энергозатрат  $K_{эо} = 0,9$ .

Для проведения энергетической оценки различных технологий использовали данные технологических карт возделывания и уборки картофеля, применяемых для условий республики.

По этим данным были определены фактические затраты всех видов ресурсов по двенадцати вариантам технологий и соответствующим комплексом машин (см. таблицу), выполнено их сравнение на единицу работы (площади) и на единицу конечной продукции. Виды и нормы внесения удобрений и пестицидов рассчитывались по зачетной урожайности для соответствующего варианта технологии. За базовый вариант принимали традиционную (белорусскую) технологию.

Анализ проведен дифференцировано по составляющим элементам затрат (топливо и электроэнергия, удобрения, пестициды, металл, семена) на единицу площади (продукции).

Результаты анализа показали, что при базовой урожайности 25 т/га наименьшие затраты составили по канадской и каменецкой технологиям. Значительное снижение полных энергозатрат дают также технологии: заваровская, БАТУ, БелНИИМСХ. Большие резервы снижения прямых затрат имеются в выборе технических средств для проведения подготовки почвы и уборочных работ. Канадской технологией предусматривается уборка картофеля копатель-погрузчиком с последующей доработкой клубней на сортировальном пункте непосредственно в хранилище, что позволяет снизить прямые затраты топлива на 35%.

При анализе частных критериев энергозатрат получены следующие результаты: прямые затраты топлива и электроэнергии изменяются от 23,5 ГДж/га (технология фирмы "Гримме") до 15 ГДж/га (канадская технология), снижение достигнуто за счет применения комбинированных агрегатов и 1-2 междурядных обработок.

Уровень энергетических затрат на средства механизации по различным технологиям наиболее высокий по технологии фирмы "Гримме" - 11,7 ГДж/га, значительно ниже затраты по технологии БелНИИМСХ с применением комбинированных агрегатов, грядово-ленточной, канадской, БАТУ - 8,3-8,6 ГДж/га.

Энергозатраты на пестициды изменяются в зависимости от способа ухода за посадками, при проведении 4-5 механических обработок (безгербицидная технология) они составляют 8-10 ГДж/га, в остальных случаях приблизительно 18 ГДж/га.

Высокий процент в полных энергозатратах имеют удобрения, однако при использовании технологии с гребнеобразованием осенью основная часть удобрений вносится под предшествующую культуру, что позволяет снизить затраты на 25%.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ЭНЕРГОАНАЛИЗА РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТОВ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ  
(ПРЕДШЕСТВЕННИКИ - ЗЕРНОВЫЕ, УРОЖАЙНОСТЬ 20-25 Т/ГА)**

Технологии и их особенности	Прямые затраты, МДж/га	Овеществленные энергозатраты					Полные энергозатр. МДж/га МДж/Т
		Удобрения МДж/га	Пестициды МДж/га	Средства механизации	Затраты на хранение и др.,	Затраты на семена МДж/га	
1	2	3	4	5	6	7	8
Традиционная (ЛДГ-10А; ПЛН-4-35; КПС-4; КСМ-4А; КНО-2,8; ОП-200; БелНИИМСХ с применением комбинированных агрегатов (МРП-2,1,РВК-4)	21545	18311	17863	9921	5728	16732	<u>89380</u> 3575
Широкорядная (междурядья 140 см, КСМ-4А; КСМ-6, переоборудованные; ГО-3; ККУ-2А)	19958	15000	18211	8345	5728	15221	<u>81843</u> 3274
Голландская (использование активных рабочих органов)	20800	18311	17863	9921	5728	9381	<u>82004</u> 3280
Грядово-ленточная (междурядья 110:30, 90:50, 80:60; переоборудованные РЦ-3,5, КСМ-6,СКМ-3А)	20125	15000	18211	9891	5728	15881	<u>84836</u> 3393
Заворовская-2 (безгербицидная; 110:30; локальное внесение удобрений; переоборудованные КРН-42,СКМ-3А)	20094	15000	17515	9062	5728	14647	<u>8284</u> 3314
Каменецкая (маркировка полей -МУН-5,6; локальное внесение удобрений; безгербицидная)	21926	17800	9946	9872	5728	14018	<u>79290</u> 3172
Канадская (междурядья- 90 см; резка семенного материала; комбинированная уборка)	19627	15000	7949	8906	5728	13338	<u>71248</u> 2850
Технология "Гримме"	14300	13663	15818	8487	7250	11068	<u>70586</u> 2823
Гребнеобразование осенью (посевов промежуточных культур; вспашка; гребнеобразование, весной - рыхление)	23325	18311	18211	11852	7250	17743	<u>96692</u> 3868
С постоянной технологической колеей (110:70, колея 180см, шестирядные машины)	21485	10800	17863	9996	5728	15171	<u>81043</u> 3242
БАТУ (применение универсальной гидрофиницированной почвообрабатывающей техники)	21425	15000	17824	9910	5728	14510	<u>84397</u> 3376
	19281	15000	17683	8576	5728	15184	<u>81112</u> 3244

Существенное влияние на снижение материально-энергетических затрат оказывает урожайность картофеля. Так, при урожайности 15 т/га полные затраты энергии на единицу продукции по традиционной технологии составляют 3,9 ГДж/т, а при урожайности 35 т/га уменьшатся 2,5 ГДж/га или более чем в 1,5 раза. Еще более высокий процент снижения затрат достигается при производстве картофеля по каменецкой технологии с 3,5 ГДж/т до 2,0 ГДж/т с ростом урожайности от 15 т/га до 35 т/га. Выращивание картофеля урожайностью 15-20 т/га нецелесообразно как с энергетической, так и с точки зрения экономической эффективности. При такой урожайности, полученной в отдельные годы в РБ, 25% уходит на семенной материал, а также, учитывая значительные потери при хранении, производство картофеля убыточно. Как следствие, значительное снижение площадей в общественном секторе.

Анализ существующих технологий возделывания и уборки картофеля в условиях РБ показал, что они имеют свои преимущества и недостатки. Например, такие как (широкорядная, грядово-ленточная, каменецкая, заворовская) могут быть адаптированы лишь к определенным природно-производственным условиям, другие (технология фирмы "Гримме" и традиционная) требуют больших затрат дефицитных ресурсов на единицу площади (продукции), третьи (канадская, технология с гребнеобразованием осенью) применимы лишь отдельными элементами. Определение энергосберегающего варианта технологии и соответствующего комплекса технических средств, применительно к конкретным природно-производственным условиям, позволит значительно сократить затраты материально-энергетических ресурсов и повысить эффективность их использования.

Из проведенного анализа затрат материально-энергетических ресурсов и возможности применения технологий возделывания и уборки картофеля следует, что из 12 технологий целесообразно выбрать три, наиболее полно отражающие многообразие решений для окончательной энергетической оценки с учетом влияния урожайности и природно-производственных условий: каменецкую, БелНИИМСХ и БАТУ с применением комбинированных агрегатов, канадскую в сравнении с базовыми вариантами для соответствующих условий.

Отмеченные ранее технологии наиболее полно отражают возможности их применения в зависимости от природно-производственных условий. Изменение производительности, расхода топлива, удельной материалоемкости учитывали при помощи обоб-

щенного поправочного коэффициента, характеризующего удельную энергоемкость производства картофеля,  $K_{ог} = 1$  для средних природно-производственных условий РБ.

Для подтверждения результатов энергетической оценки была проведена производственная проверка наиболее энергоемких процессов подготовки почвы и ухода за посадками картофеля с применением комбинированных агрегатов (рис.2) на базе БелНИИ картофелеводства п. Самохваловичи в период с 1991 по 1999 годы, в 1999 году в колхозе "Шипяны" Смолевичского района, колхозе "Светлый путь" Молодечненского района, а также при прохождении стажировки в Канаде.

Сравнение технологий и отдельных технологических операций проводилось в соответствии с принятым севооборотом, использованием современных средств механизации и приемов возделывания картофеля, определенных технологическими картами. Основные задачи исследований были заложены в основу рабочей программы и методики, выражавшие ход эксперимента: схема опыта, условия его проведения, комплекс наблюдений.

Окончательный анализ производственной проверки показал, что путем подбора более экономичных и производительных агрегатов полные затраты на возделывание и уборку картофеля снижаются на 15-20% по сравнению с базовым вариантом на 1 т произведенной продукции, при увеличении урожайности на 18-30% и экономии 10-20% топлива, 10-15% металла и сокращении затрат живого труда на 10-15%.

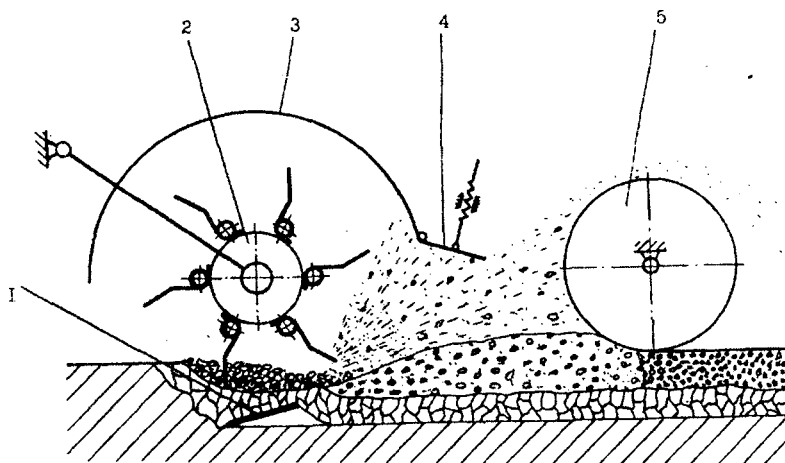


Рис.2. 1 - лемех; 2 - ротор; 3 - кожух; 4 - дека; 5 - каток прикатывания.